N° 37. A. Meylan, Nyon. — Données nouvelles sur les chromosomes des Insectivores européens (Mamm.). (Avec 12 figures et un tableau)

Stations fédérales d'essais agricoles, Domaine de Changins, 1260 Nyon; Laboratoire de Zoologie et d'Anatomie comparée, Université de Lausanne.

Les chromosomes des Insectivores n'ont fait l'objet que d'un très petit nombre d'investigations; aussi, les données cytologiques sur ce groupe primitif de Mammifères euthériens sont-elles encore très fragmentaires. Plus des deux tiers des formules chromosomiques d'Insectivores établies jusqu'à ce jour se rapportent à des espèces appartenant à la faune européenne (voir Matthey, 1958). Ayant consacré plusieurs années à la capture des micromammifères de notre continent en vue de l'étude du polymorphisme chromosomique de *Sorex araneus* L. (Meylan, 1964, 1965*a*) ou de recherches faunistiques, j'ai piégé également d'autres Insectivores, ce qui me permet d'apporter quelques éléments nouveaux à la connaissance des chromosomes de ce groupe, un premier travail ayant été consacré déjà à *Sorex minutus* L. (Meylan, 1965*b*).

Je remercie ici toutes les personnes qui m'ont facilité la tâche au cours de mes recherches de matériel, en particulier M. L. Hoffmann, directeur de la Station biologique de la Tour du Valat et M. G. Tallon, directeur de la Réserve de Camargue, qui m'ont permis d'effectuer des piégeages dans leurs stations en vue de capturer *Crocidura suaveolens mimula*, ainsi que M. C. König, directeur de la « Vogelschutzwarte » de Ludwigsburg, qui m'a donné l'occasion de trapper mes premières *Crocidura leucodon.* Mes remerciements vont également à la Direction des Stations fédérales d'essais agricoles de Lausanne qui m'autorise à poursuivre mes recherches cytologiques dans le cadre de l'activité du Service Vertébrés. Ces travaux bénéficient de subsides des Fondations F.-A. Forel et L. Agassiz de la Société vaudoise des sciences naturelles.

Les petits mammifères destinés à cette étude ont été capturés vivants à l'aide de trappes-cages pour les Soricidés et de trappes-pinces ou de pièges spéciaux pour les Talpidés. Le nombre et l'origine

des individus examinés sont mentionnés en tête de la description cytologique de chaque espèce. Tous les sujets étudiés sont conservés sous forme de peaux et crânes ou en alcool dans ma collection personnelle.

L'analyse chromosomique est fondée sur l'examen de préparations par écrasement effectuées à partir de la rate, des gonades ou d'embryons des animaux selon la technique que j'ai décrite en 1964. Cependant, pour toutes les espèces, à l'exception de *Crocidura suaveolens mimula*, j'ai fait subir aux sujets capturés, avant de les tuer et de les fixer, un choc colchicinique de 90 min. en injectant intrapéritonéalement de la « Colcémide Ciba » (solution 1/1000) proportionnellement au poids de l'animal selon le rapport 2 cc. pour 100g. Les formules chromosomiques sont établies uniquement sur l'examen de cinèses diploides. Pour les espèces dont des ♂♂ ont pu être fixés, je n'ai jamais obtenu de divisions méiotiques dans les préparations de testicules, ayant affaire soit à des individus jeunes, soit à des sujets présentant une phase de repos sexuel. Dans les « squashes » des différents sujets fixés, j'ai cherché systématiquement les métaphases, dessinant et dénombrant les éléments des figures les plus claires. Les nombres diploides étant établis et trouvés constants pour chaque espèce étudiée, j'ai photographié alors les trois meilleures divisions diploides ♂♂, ♀♀ ou d'individus de chaque sexe suivant le matériel à disposition. Les sériations sont fondées sur la mensuration des chromosomes des photographies (× 1800) agrandies trois fois encore par projection. Elles ont permis l'établissement des caryotypes présentés dans lesquels les paires chromosomiques sont placées dans l'ordre décroissant de leur longueur, les centromères des éléments étant disposés sur une ligne.

Talpa caeca caeca Savi

Matériel : 2 ♂♂ sub-ad. capturés à Gudo dans la Plaine de Magadino (Tessin) les 6 et 7.7.1965. Cette espèce s'étant révélée particulièrement intéressante, j'ai fixé comme matériel de comparaison 2 ♂♂ ad. de *Talpa europaea cinerea* Gmelin piégés à Duiller/Nyon (Vaud) les 20 et 21.12.1965.

Observations : Dans les préparations de rate des deux *Talpa c. caeca*, j'ai trouvé de nombreuses métaphases diploides de bonne

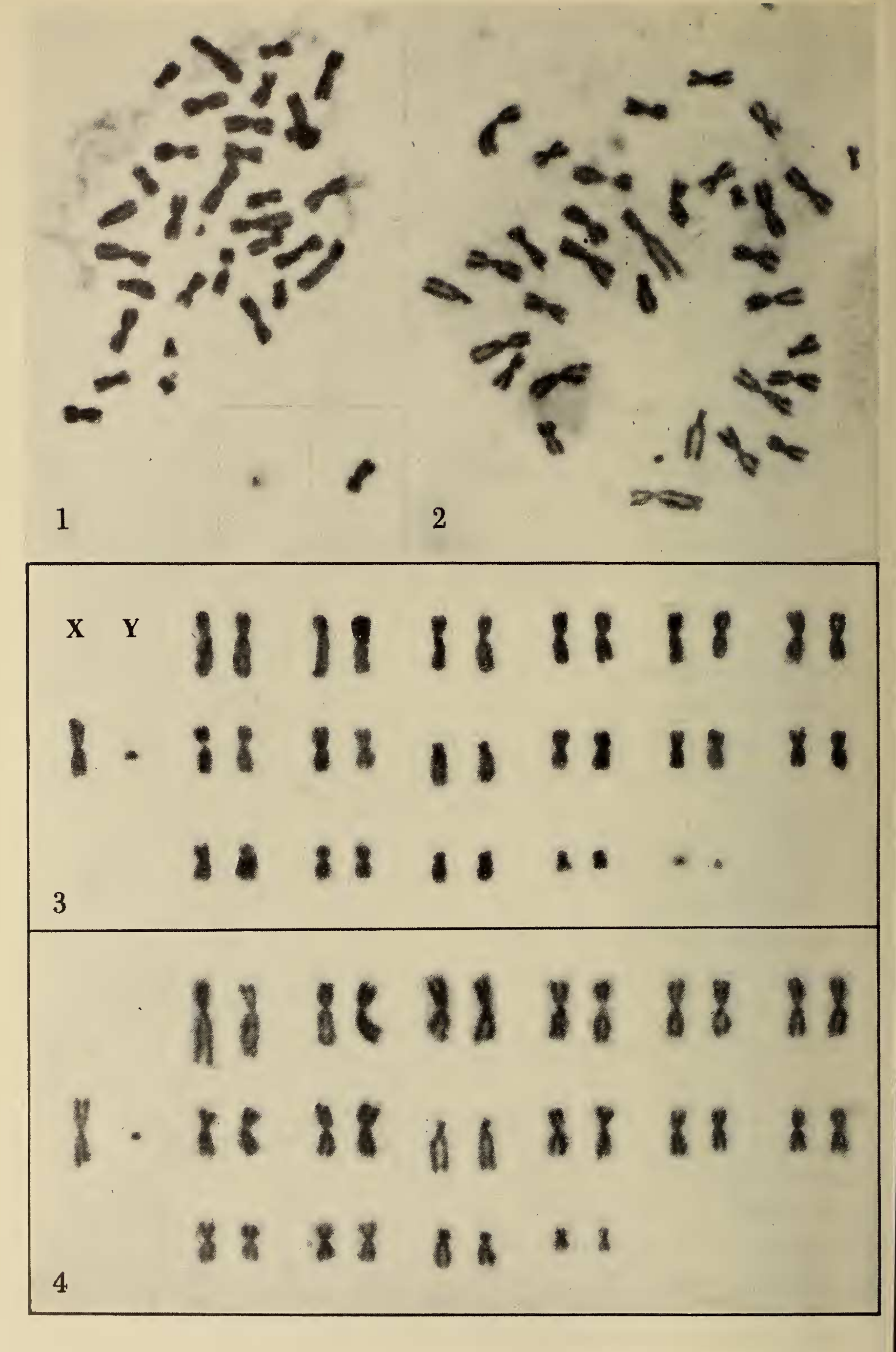


Fig. 1-4.

Divisions diploides. ♂♂. Rate.

Fig. 1. *Talpa c. caeca* Savi. **2N** = 36 (× 1800). — Fig. 2. *Talpa europaea cinerea* Gmelin. **2N** = 34 (× 1500). — Fig. 3 et 4. Caryogrammes correspondant aux fig. 1 et 2.

qualité ayant toutes 36 chromosomes. Une division fortement étirée se trouve reproduite par la fig. 1. Deux des éléments quelque peu éloignés ont été placés, par découpage de la photographie, dans l'angle inférieur droit de la figure. La sériation des éléments du caryotype de cette espèce n'est pas très aisée (caryogramme fig. 3). Il est cependant possible d'écarter immédiatement un couple d'éléments punctiformes, l'hétérochromosome **Y** et deux paires d'autosomes caractérisés par un centromère subterminal. Les autres chromosomes forment une série d'éléments méta- et submétacentriques dont les longueurs sont régulièrement décroissantes. L'hétérochromosome **X** peut en être séparé; c'est un élément de grande taille, presque métacentrique, qui se différencie des deux premiers couples autosomiques nettement submétacentriques. L'appariement des autosomes restant est moins facile, mais les dimensions et la morphologie des divers éléments permettent de former une suite de couples d'une manière satisfaisante.

Le nombre diploide de *Talpa c. caeca* est donc de 36. L'**X** étant métacentrique et les autosomes ayant un centromère intercalaire distinct, à l'exception de ceux du couple punctiforme, le nombre fondamental **(N.F.)** est égal à 70 chez cette espèce.

Talpa c. caeca possèdant un nombre diploide supérieur de deux unités à celui établi par Bovey (1949) pour *Talpa europaea* L., il m'a paru intéressant de comparer les garnitures chromosomiques de ces deux espèces.

Les squashes de rate des deux *Talpa europaea cinerea* fixées ont fourni d'excellentes métaphases diploides avec 34 chromosomes (fig. 2), confirmant ainsi les données de Bovey. Le caryogramme établi (fig. 4) montre une très grande similitude avec celui de *Talpa c. caeca* (fig. 3). Les chromosomes sexuels sont identiques et les autosomes s'ordonnent de la même manière. Sur la base des sériations et des mensurations effectuées, il est impossible d'établir l'origine des chromosomes punctiformes de *Talpa c. caeca*. Ceux-ci pourraient correspondre par exemple, soit à la persistance d'un fragment centrique, soit à une délétion segmentaire intervenue dans l'un des couples autosomiques. Notons enfin que la sériation établie chez *Talpa europaea cinerea* présente de légères différences avec celle donnée par Bovey (1949), mais elles sont explicables par l'amélioration des techniques cytologiques. Le **N.F.** de *Talpa europaea cinerea* est égal à 68.

Neomys anomalus milleri Mottaz

Matériel : 1 ♀ ad. capturée à Trélex/Nyon (Vaud) le 20.6.1964.

Observations : Seules les préparations d'ovaires de cet individu ont fourni un très grand nombre de cinèses diploides caractérisées par 52 chromosomes. Si les éléments peuvent facilement être dénombrés dans les métaphases, leur analyse morphologique est rarement réalisable. La meilleure cinèse observée (fig. 5) a permis d'établir un caryogramme satisfaisant (fig. 7). Les chromosomes de dix couples environ possèdent un centromère subterminal. Dans les éléments de cinq paires, dont ceux des deux plus petites de la sériation, le bras court n'est pas visible. Tous les autres chromosomes sont méta- ou submétacentriques. N'ayant pu examiner de ♂, la nature des hétérochromosomes de *Neomys anomalus milleri* n'a pu être déterminée. Dans le caryogramme donné, les deux **X** ne sont donc pas séparés des autosomes.

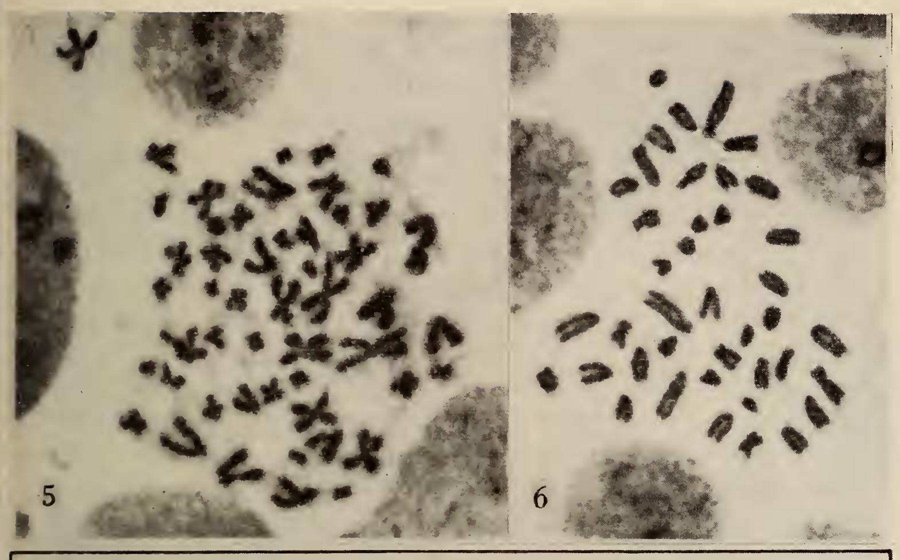
Neomys anomalus milleri est caractérisé par un nombre diploide égal à 52 et par un **N.F.** voisin de 94.

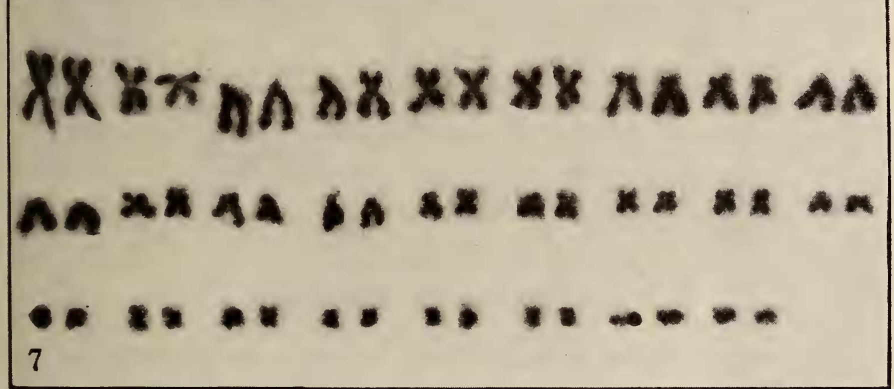
Ce nombre chromosomique est égal à celui établi par Bovey (1949) pour *Neomys fodiens* Pennant. La morphologie des éléments présente une très grande analogie; elle est peut-être même identique chez les deux espèces. Bien que ce matériel se prête difficilement à une étude cytologique précise, j'aurais souhaité pouvoir comparer les caryotypes de ces deux *Neomys*. Mais sur six *Neomys fodiens* fixés, aucun ne m'a fourni des métaphases suffisamment claires pour une semblable recherche.

Crocidura suaveolens mimula Miller

Matériel : 1 ♀ ad. portante piégée le 10.8.1961 au Salin de Badon dans la Réserve de Camargue (B.d.R., France). Sur les trois embryons, deux seulement ont été fixés, le troisième étant mort in utero.

Observations : Si je n'ai pu obtenir de résultats à partir des préparations de la ♀, j'ai observé dans le matériel provenant des deux embryons une grande abondance de cinèses diploides à 40 chromosomes (fig. 6). Le sexe des embryons n'étant pas déter-





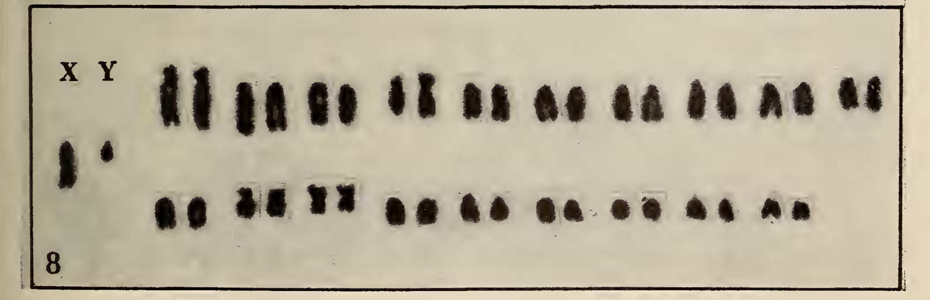


Fig. 5-8.

Divisions diploides (× 1800).

Fig. 5. *Neomys anomalus milleri* Mottaz. ♀. **2N** = 52. Ovaire. — Fig. 6. *Crocidura suaveolens mimula* Miller. ♂. **2N** = 40. Embryon. — Fig. 7 et 8. Caryogrammes correspondant aux fig. 5 et 6.

miné, j'ai effectué des sériations à partir des trois meilleures figures fournies par chaque sujet. Trouvant chez les deux individus dans l'appariement des chromosomes, une paire hétéromorphe semblable, je puis les considérer de sexe ♂ (caryogramme fig. 8). L'**X** est un très grand élément à centromère subterminal, l'**Y**, un petit chromosome de même nature. Les autosomes forment dix-neuf paires de longueur régulièrement décroissante. Cinq d'entre elles sont facilement reconnaissables, les éléments ayant un bras court bien déterminé. Les autres autosomes sont tous acrocentriques.

Le nombre chromosomique de *Crocidura suaveolens mimula* est de 40, avec un **N.F.** égal à 50.

Le nombre diploide de cette espèce est inférieur de deux unités à celui de *Crocidura russula* Hermann dont la formule chromosomique a été étudiée par Bovey (1949). Les données de cet auteur étant fondées sur des coupes, j'ai fixé plusieurs *Crocidura r. russula* dans la région de Nyon pour obtenir de meilleures figures. Dans la morphologie des éléments, une petite différence a été constatée, soit la présence d'une paire de petits autosomes métacentriques, ce qui avait vraisemblablement échappé aux observations de Bovey. Le **N.F.** de cette dernière espèce doit alors être porté de 50 à 52. Le caryotype de *Crocidura r. russula* diffère sensiblement de celui de *Crocidura suaveolens mimula* et une parenté cytologique simple est difficile à établir entre ces deux espèces.

Crocidura leucodon leucodon Hermann

Matériel: 1 ♂ et 3 ♀♀ capturés à Ludwigsburg (Bade-Würtemberg, Allemagne) les 24 et 25.9.1964 et 2 ♂♂ et 1 ♀ piégés à Sion dans la Plaine du Rhône (Valais) les 17 et 18.11.1964.

Observations: Tous les sujets examinés ont fournis d'excellentes divisions diploides facilement analysables vu le petit nombre de chromosomes égal à 28 (♂ fig. 9 et ♀ fig. 10). Les sériations effectuées et la comparaison des caryogrammes (♂ fig. 11 et ♀ fig. 12) a permis de déterminer sans difficulté les hétérochromosomes. L'**X** est un élément submétacentrique de taille moyenne, l'**Y**, un petit acrocentrique. Les autosomes se rangent en une série d'éléments dont l'appariement n'offre que peu de difficultés vu la position toujours nette des centromères. Dans les plus grandes paires, les

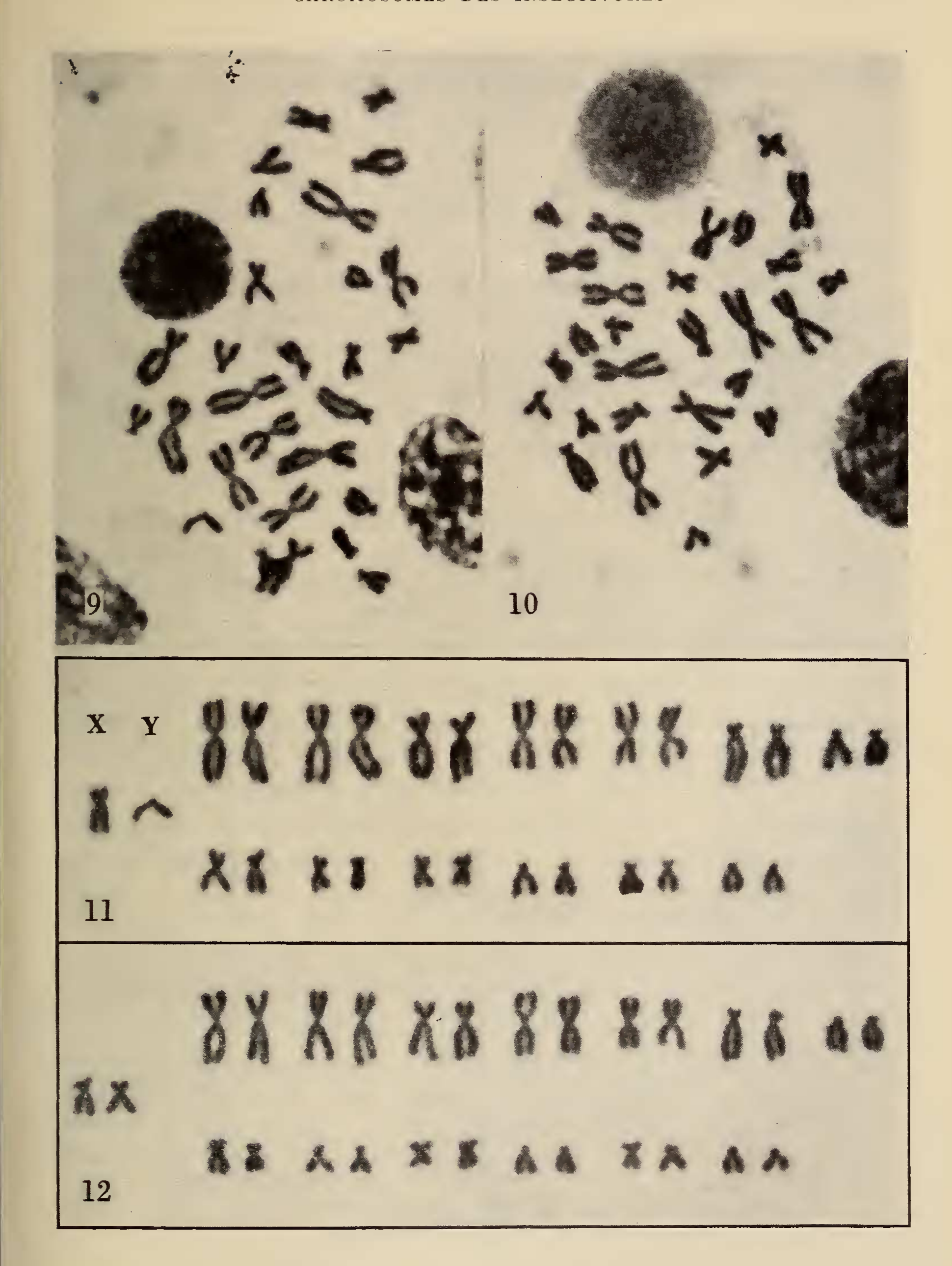


Fig. 9-12.

Divisions diploides. *Crocidura l. leucodon* Hermann. **2N** = 28.
Rate (× 1800).

Fig. 9. ♂. — Fig. 10. ♀. — Fig. 11 et 12. Caryogrammes correspondant aux fig. 9 et 10.

éléments des couples 1 et 2 submétacentriques peuvent cependant être parfois confondus; de même, les chromosomes des paires 4 et 5 quasi métacentriques. Dans l'appariement des éléments de plus petite taille, la distinction des couples n'est précise que lorsque la contraction est uniforme.

Crocidura l. leucodon est caractérisé par un nombre diploide égal à 28 avec un **N.F.** de 56.

Du point de vue cytologique, *Crocidura l. leucodon* est nettement distincte des deux autres espèces du genre *Crocidura* étudiées, mais elle leur reste cependant apparentée par son **N.F.** Cette espèce a subi une évolution chromosomique plus marquée, fondée essentiellement sur des fusions centriques et conduisant à la formation d'un petit nombre d'éléments méta- ou submétacentriques. Elle occupe

TABLEAU 1.

Liste des nombres diploides **(2N)** *et des nombres fondamentaux* **(N.F.)** *des Insectivores européens.*

	2 N	N. F.	
Erinaceidae			
Erinaceus europaeus L.	48	88	PAINTER, 1925 — BOVEY, 1949
Talpidae			
Talpa europaea cinerea Gmelin	34	68	BOVEY, 1949
Talpa caeca caeca Savi	36	70	
Soricidae			
Sorex minutus L.	42	56	MEYLAN, 1965b
Sorex caecutiens Laxmann	42	68	SKAREN et HALKKA, 1966
Sorex araneus L.			
« espèce chromosomique A »	♂ 23, ♀ 22	42	données résumées voir MEYLAN, 1964, 1965a
« espèce chromosomique B »	♂ 21-33, ♀ 20-32	40	
Sorex isodon Turov	42 ?		HALKKA et SKARÉN, 1964
Sorex alpinus Schinz	58 ?		MEYLAN et OTT, inédit
Neomys fodiens Pennant	52	92 ?	BOVEY, 1949
Neomys anomalus milleri Mottaz	52	94 ?	
Crocidura suaveolens mimula Miller	40	50	
Crocidura russula russula Hermann	42	52	BOVEY, 1949
Crocidura russula pulchra Cabrera	42	52	MEYLAN, inédit
Crocidura leucodon leucodon Hermann	28	56	

dans les musaraignes du genre *Crocidura* une position comparable à celle de *Sorex araneus* (types **A** et **B**) parmi les espèces du genre *Sorex.*

Ces données nouvelles sur les chromosomes des Insectivores européens, auxquelles s'ajoutent encore celles de HALKKA et SKAREN (1964, 1966), permettent d'établir une liste plus complète des nombres diploides (2 **N**) et des nombres fondamentaux **(N.F.)** des espèces européennes (Tableau 1). Les grandes différences généralement observées dans les caryogrammes des représentants de cet ordre témoignent d'une évolution chromosomique complexe accompagnant une différenciation morphologique souvent faible. Seules les deux espèces de *Neomys* possèdent des caryotypes peut-être identiques. Enfin si *Sorex minutus*, *S. caecutiens* et *S. isodon* sont caractérisés par le même nombre diploide, les données que nous possèdons sur la morphologie de leurs chromosomes, bien qu'encore imprécises, montrent de nettes différences.

L'évolution chromosomique au sein de l'ordre des Insectivores correspond à celle observée chez l'ensemble de Mammifères (MATTHEY, 1958), mais vu l'origine ancestrale du groupe, il s'y ajoute encore une différenciation souvent plus accusée des caryotypes. Dans de nombreux cas, la systématique des Insectivores d'Europe est encore imprécise et il ne fait aucun doute que les données cytologiques permettront encore de parfaire nos connaissances taxonomiques.

Résumé

Les formules chromosomiques de quatre espèces d'Insectivores européens sont décrites: *Talpa c. caeca* 2**N** = 36, *Neomys anomalus milleri* 2**N** = 52, *Crocidura suaveolens mimula* 2**N** = 40 et *Crocidura l. leucodon* 2**N** = 28. Ces données nouvelles s'ajoutent à celles préalablement établies par divers auteurs (Tableau 1). La grande diversité des caryotypes témoigne d'une évolution chromosomique souvent complexe chez les Insectivores.

Zusammenfassung

Die Chromosomenformeln von vier europäischen Insektenfresserarten werden beschrieben: *Talpa c. caeca* 2**N** = 36, *Neomys*

anomalus milleri 2N = 52, *Crocidura suaveolens mimula* 2N = 40 und *Crocidura l. leucodon* 2N = 28. Diese neue Daten ergänzen die von verschiedenen Autoren bereits erlangten Resultate (Tab. 1). Die grosse Verschiedenartigkeit der Karyotypen lässt bei den Insektenfressern auf eine meist komplexe Chromosomenevolution schliessen.

Summary

The chromosome complements of four species of european Insectivores are described: *Talpa c. caeca* 2N = 36, *Neomys anomalus milleri* 2N = 52, *Crocidura suaveolens mimula* 2N = 40 and *Crocidura l. leucodon* 2N = 28. These new data come in addition to those previously established by different authors (Table 1). The big diversity of the caryotypes in the Insectivores order is in favour of an often complex chromosome evolution.

BIBLIOGRAPHIE

Bovey, R. 1949. *Les chromosomes des Chiroptères et des Insectivores.* Rev. suisse Zool. 56: 371-460.

Halkka, O. et U. Skarén. 1964. *Evolution chromosomique chez genre Sorex: nouvelle information.* Exper. 20: 314.

Matthey, R. 1958. *Les chromosomes des Mammifères euthériens. Liste critique et essai sur l'évolution chromosomique.* Arch. J. Klaus Stft. 33: 253-297.

Meylan, A. 1964. *Le polymorphisme chromosomique de Sorex araneus L. (Mamm.-Insectivora).* Rev. suisse Zool. 71: 903-983.

— 1965a. *Répartition géographique des races chromosomiques de Sorex araneus L. en Europe (Mamm.-Insectivora).* Rev. suisse Zool. 72: 636-646.

— 1965b. *La formule chromosomique de Sorex minutus L. (Mammalia-Insectivora)* Exper. 21: 268.

Painter, Th. S. 1925. *A comparative study of the chromosomes of Mammals.* Nat. 59, p. 385.

Skarén, U. et O. Halkka, 1966. *The karyotype of Sorex caecutiens Laxmann.* Hereditas 54 (3): 376-378.